

Tinjauan Kuat Lentur Balok Laminasi Mekanik Kayu Glugu Dan Kayu Sengon

Iman Muhammad Subuh^{1,a}, Iskandar Yasin², Dewi Sulistyorini³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa, Yogyakarta

^adangztiman@gmail.com

Abstrak

Kayu sebagai bahan konstruksi menjadi salah satu material yang diminati masyarakat Indonesia. Namun disisi lain, kayu yang merupakan material dari alam semakin berkurang ketersediaannya sehingga perlu dilakukan inovasi dalam pemanfaatan kayu. Salah satunya adalah rekayasa balok laminasi. Balok laminasi merupakan produk rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih lapisan kayu untuk meningkatkan kualitas kayu yang dihubungkan dengan perekat atau alat sambung mekanik.

Penelitian ini menggunakan kayu sengon digabungkan dengan kayu glugu berdimensi masing-masing kayu 5 cm x 2,5 cm x 76 cm sebanyak 3 tipe benda uji, setiap tipe benda uji terdiri dari 3 buah benda uji. Balok laminasi tipe 1 dengan penghubung geser perekat (BPL), balok laminasi tipe 2 dengan penghubung geser paku (BPP) dan balok laminasi tipe 3 dengan penghubung geser baut (BPB). Benda uji balok laminasi disiapkan sebanyak 9 buah ditambah dengan pengujian kayu utuh sebanyak 6 buah berdimensi 5 cm x 5 cm x 76 cm.

Hasil yang diperoleh dari hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat lentur kayu glugu adalah 363,481 kg/cm² termasuk ke dalam kelas kuat IV (360-500 kg/cm²) dengan rata-rata berat jenis 0,4095 dan nilai rata-rata kuat lentur kayu sengon adalah 251,095 kg/cm² termasuk ke dalam kelas kuat V (≤ 360 kg/cm²) dengan rata-rata berat jenis 0,2484. Pengujian balok laminasi kayu glugu dan kayu sengon dengan jenis penghubung geser yang berbeda-beda menunjukkan hasil kuat lentur (BPL) = 344,760 kg/cm², (BPP) = 178,369 kg/cm² dan (BPB) = 200,807 kg/cm². Balok laminasi dengan penghubung geser perekat (BPL) lebih besar dari pada balok laminasi dengan penghubung geser paku atau baut, ini disebabkan perekat digunakan merata pada permukaan kayu yang dilaminasi dan tidak pada titik-titik seperti pada paku atau baut sehingga efisiensi sambungan dengan perekat mencapai optimum.

Kata kunci : Balok laminasi, Kayu glugu, Kayu Sengon, Pengujian kuat lentur

Pendahuluan

Latar Belakang

Penggunaan kayu sebagai bahan konstruksi sampai saat ini masih menjadi pilihan masyarakat Indonesia. Sebagai bahan konstruksi maka diperlukan kayu dengan dimensi yang besar serta kuat. Namun untuk memperoleh kayu gergajian bermutu baik dan ukuran yang relatif besar semakin sulit ditemui di pasaran karena semakin menipisnya produksi hasil hutan. Sehingga perlu dilakukan pengembangan produk rekayasa kayu seperti balok laminasi.

Balok laminasi (*Glulam Beam*) merupakan produk rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih lapisan kayu (*lamina*) untuk meningkatkan kualitas kayu (*Moody et al. 1999*). Balok laminasi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan kayu utuh diantaranya adalah dapat dibuat dari kayu dengan diameter kecil dan berkualitas rendah, penampang dan panjang balok dapat dibuat lebih besar dan panjang sesuai kebutuhan, serta dapat dibuat melengkung.

Selain menggunakan perekat antar lapisan kayu, balok laminasi juga bisa menggunakan paku atau baut sebagai penghubung antar lapisan. Pada balok laminasi paku, paku akan berfungsi sebagai transfer geser antar lamina (*Pranata et al. 2012*). Demikian juga halnya pada balok laminasi baut yang akan mentransfer geser antar lamina. Beberapa jenis kayu dengan karakteristik yang berbeda dan teknik laminasi yang digunakan akan mempengaruhi pula kekuatan balok laminasi, dengan demikian perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk dapat diaplikasikan pada struktur yang sebenarnya.

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui kuat lentur balok laminasi kayu glugu dan sengan dengan penghubung geser berupa perekat kayu (lem), paku dan baut.

Tinjauan Pustaka

Pramudito (2013) meneliti Studi Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengan dengan Kayu Kelapa di Daerah Gunung Pati Semarang. Kayu yang digunakan untuk laminasi adalah kayu sengan dan kayu kelapa dengan pengujian keteguhan lentur. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen dimana kayu sengan dengan kayu kelapa dilaminasi menjadi satu kesatuan. dengan dimensi 8 x 12 x 196 cm, jarak antar tumpuan 172 cm, terdiri dari 3 lapis untuk bagian tengah menggunakan kayu sengan sedangkan bagian muka dan belakang menggunakan kayu kelapa . Hasil penelitian adalah nilai keteguhan lentur. Nilai kuat lentur balok sengan terbesar adalah 109,74 Kg/cm² dan terendah adalah 100,78 Kg/cm² serta kuat lentur rata-rata adalah 105,63 Kg/cm² , keteguhan lentur untuk balok kelapa terbesar adalah 342,66 Kg/cm² dan terendah adalah 328,09 Kg/cm² serta kuat lentur rata-rata adalah 334,82 Kg/cm² dan pada keteguhan lentur pada balok laminasi terbesar adalah 221,72 Kg/cm² dan terendah adalah 212,76 Kg/cm² serta kuat lentur rata-rata adalah 218,36 Kg/cm².

Penelitian yang dilakukan oleh Basyarudin, dkk (2019) pada Potensi Pemanfaatan Kayu Gelam dan Kayu Sengan dalam Dunia Konstruksi Berdasarkan Uji Kuat Lentur, menggunakan benda uji kayu gelam dan kayu sengan berdimensi masing-masing 50 mm x 50 mm x 760 mm.

Pengujian lentur menggunakan pembebanan dua titik, kemudian dianalisis menggunakan SAP pada pemodelan rangka kuda-kuda.

Hasil nilai kuat lentur rata-rata kayu gelam lebih besar dibanding kayu sengan dengan nilai sebesar 100.13 MPa dan 82,62 MPa. Nilai kuat lentur dari analisa SAP dengan pembebanan maksimum pada kombinasi 1.2D + 1.6 Hidup Atap dengan nilai kuat lentur pada masing-masing elemen untuk gording sebesar 13.00 MPa, kuda-kuda sebesar 23.08 MPa, dan untuk ringbalk sebesar 18.16 MPa yang masih memenuhi atau kurang dari nilai kuat lentur hasil pengujian laboratorium.

Agus,dkk(2019) melakukan penelitian Kuat Lentur Balok Komposit Bambu Laminasi yang menggunakan material bambo laminasi, kayu keruing dan kayu sengan. Bambu yang digunakan jenis bambu petung, dan perekat berupa Urea Formaldehyde jenis UF-104, NH4Cl hardener dan flour.

Hasil penelitian adalah density kayu Keruing 0.76 gr/cm³ dan density bambu laminasi 0.88 gr/cm³, dimana PKKI-1961 mengklasifikasikan sebagai kayu kelas kuat II. Hasil pengujian kayu sengan density sebesar 0.32 gr/cm³, dimana PKKI-1961 mengklasifikasikan kayu kelas kuat IV. Semakin banyak perekat yang ditambahkan semakin tinggi kuat rekat balok laminasi. Rata-rata kekuatan terbesar dicapai pada rasio bambu pada balok 25 persen dan terendah pada rasio bambu pada balok 75 persen. Tetapi secara umum kenaikan kekuatan balok laminasi dipengaruhi kenaikan rasio bambu pada balok laminasi. Pada balok dengan rasio 50 persen bambu dan 75 persen kayu sengan terjadi keruntuhan yang pertama. Faktor kekakuan balok laminasi mengalami peningkatan, dimana factor kekakuan terbesar adalah rasio bambu terhadap balok laminasi sebesar 50 persen dan terendah pada rasio bambu terhadap balok laminasi sebesar 0 persen.

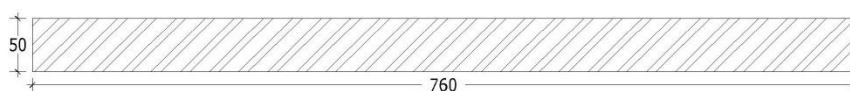
Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu glugu dan kayu sengan dengan ukuran yang telah ditentukan. Alat sambung menggunakan perekat kayu dengan merek FOX putih PVAc, paku berdiameter 2,8 mm dengan panjang 51 mm dan sekrup berdiameter 3,1 mm dengan panjang 51 mm.

Benda uji

Benda uji untuk pengujian kuat lentur masing-masing kayu dibuat sebanyak 6 buah yang terdiri dari 3 buah balok kayu glugu dan 3 buah balok kayu sengan masing-masing kayu berdimensi 5 cm x 5 cm x 76 cm. Sedangkan untuk balok laminasi sebanyak 9 benda uji dengan 3 variasi alat sambung geser. Balok kayu laminasi di susun dengan kayu glugu diletakan dibagian bawah, serta kayu sengan diletakan diatasnya.



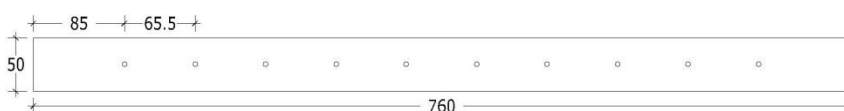
Gambar 1. Skema benda uji kuat lentur masing-masing kayu

Balok laminasi perekat dibuat dari balok kayu glugu dan kayu sengon masing-masing berdimensi 2,5 cm 5 cm x 76 cm. Balok laminasi direkatkan dengan pengolesan perekat kayu merek FOX putih PVAc, perekat dioleskan dengan kuas secara merata, dan pastikan seluruh lapisan perekatan teroleskan. Setelah itu, balok laminasi diberi beban seperlunya supaya dapat merekat dengan optimal.



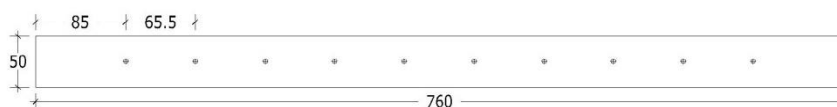
Gambar 2. Skema benda uji kuat lentur balok laminasi perekat kayu

Balok laminasi mekanik paku dibuat dari balok kayu glugu dan kayu sengon masing-masing berdimensi 2,5 cm 5 cm x 76 cm sebanyak 3 buah dengan menggunakan paku sebanyak 10 buah yang memiliki jarak ujung 8,5 cm dan jarak antar paku 6,55 cm.



Gambar 3. Skema benda uji kuat lentur balok laminasi mekanik paku

Balok laminasi mekanik baut dibuat dari balok kayu glugu dan kayu sengon masing-masing berdimensi 2,5 cm x 5 cm x 76 cm sebanyak 3 buah dengan menggunakan baut sebanyak 10 buah yang memiliki jarak ujung 8,5 cm dan jarak antar sekrup 6,55 cm.



Gambar 4. Skema benda uji kuat lentur balok laminasi mekanik baut

Benda uji pengujian lentur berjumlah 15 buah yang terdiri dari 6 buah balok pengujian lentur masing-masing kayu, 3 buah balok pengujian lentur laminasi dengan penghubung geser perekat kayu, 3 buah balok pengujian lentur laminasi mekanik paku dan 3 buah balok pengujian lentur laminasi mekanik baut.

Tabel 1. Kode dan jumlah contoh uji kuat lentur

No	Pengujian	Jenis kayu	Alat penghubung geser	Jumlah	Kode benda uji
1	Kuat lentur masing-masing kayu	Glugu	utuh	3	BG1 BG2 BG3
		Sengon	utuh	3	BS1 BS2 BS3
2	Kuat lentur kayu laminasi	Sengon -Glugu	Perekat (Lem)	3	BPL1 BPL2 BPL3
		Sengon –Glugu	Paku	3	BPP1 BPP2 BPP3
		Sengon -Glugu	Sekrup	3	BPB1 BPB2 BPB3

Pengujian kadar air

Benda uji yang digunakan berupa balok kayu dengan dimensi 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm diperoleh dari bagian benda uji yang telah diuji menggunakan UTM. Besar nilai kadar air dihitung dengan persamaan berikut:

$$K_a = \frac{W_b - W_a}{W_a} 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

Ka = Kadar air (%),

Wb = Berat benda uji sebelum di oven (gram),

Wa = Berat benda uji kering oven (gram).

Pengujian kerapatan

Pengujian kerapatan dilakukan dengan menimbang untuk mengetahui berat awal dan diukur panjang, lebar, dan tebalnya dengan alat pengukur mistar. Besar nilai kerapatan dihitung dengan persamaan berikut:

$$B_j = \frac{W_a}{(1 + K_a)V} \quad (2)$$

Keterangan :

B_j = Berat jenis,

W_a = Berat benda uji kering oven (gram),

K_a = Kadar air kayu (%),

V = Volume benda uji (cm³),

ρ_a = Kerapatan air = 1 (g/cm³).

Pengujian berat jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara kerapatan kayu pada kondisi kering tanur dengan kerapatan air pada volume yang sama. Besar nilai berat jenis dihitung dengan persamaan berikut:

$$\rho_w = \frac{m_w}{v_m} \quad (3)$$

Keterangan :

ρ_w = Kerapatan benda uji pada kadar air w (gram/cm³),

m_w = Berat benda uji pada kadar air w (gram),

v_m = Volume benda uji pada kadar air w (cm³).

Pengujian kuat lentur

Semua balok dipersiapkan untuk pengujian kuat lentur dengan dimensi 5 cm x 5 cm x 76 cm. Pengujian balok dilakukan melalui pembebanan satu titik di tengah bentang (*one point centre loading*) dengan panjang bentang 71 cm. Pengujian kuat lentur balok kayu menggunakan *Universal Testing Mechine (UTM)*. Besar nilai kuat lentur dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{My}{I} \quad (4)$$

Keterangan :

σ = Tegangan normal (MPa),

M = Momen lentur pada penampang (N.mm),

y = Jarak dari sumbu netral ke tegangan normal (mm),

I = Momen inersia (mm⁴).

Hasil Penelitian

Sifat Fisik

Pengujian sifat fisik kayu merujuk pada *LPHH No 20 Bogor* tentang Pedoman Pengujian Fisik dan Mekanik Kayu. Pengujian Sifat Fisik ini meliputi pengujian kadar air, kerapatan dan berat jenis. Contoh uji yang digunakan berupa balok kayu dengan dimensi 2,5 cm x 2,5 cm x 2,5 cm diperoleh dari bagian benda uji yang telah diuji menggunakan *UTM*.

Tabel 2. Hasil rata-rata pengujian sifat fisik kayu glugu dan kayu sengon

Sifat Fisik	Jenis Kayu	
	Kayu glugu	Kayu sengon
Kadar air (%)	14,8143	12,3701
Kerapatan (g/cm ³)	0,5385	0,3137
Berat jenis	0,4095	0,2484

Nilai rata-rata kadar air semua benda uji kayu glugu adalah 14,8143% dan nilai rata-rata kadar air semua benda uji kayu sengon adalah 12,3701%. Nilai rata-rata berat jenis semua benda uji kayu glugu adalah 0,4095 dan nilai rata-rata berat jenis semua benda uji kayu sengon adalah 0,2484. Nilai rata-rata kerapatan semua benda uji kayu glugu adalah 0,5385 kg/cm³ dan nilai rata-rata kerapatan semua benda uji kayu sengon adalah 0,3137 kg/cm³.

Kuat Lentur

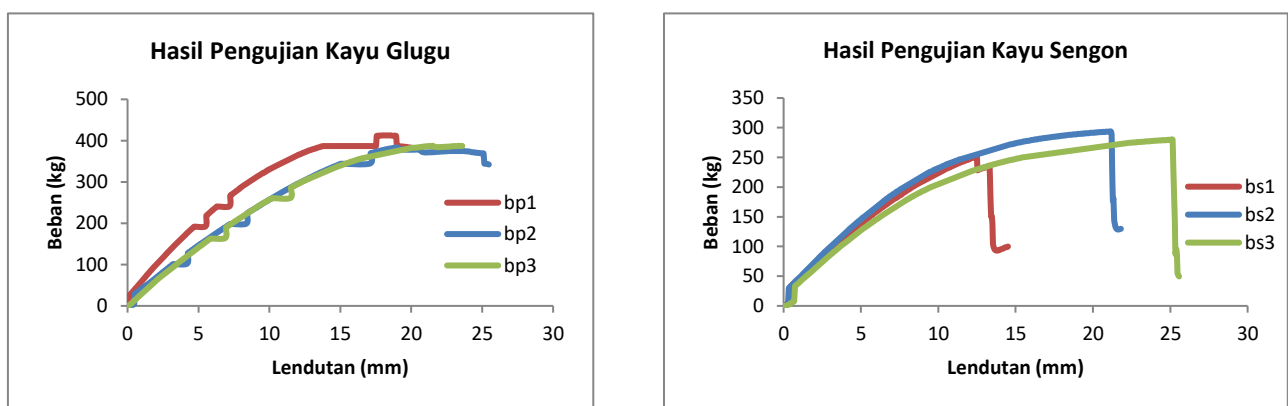
Hasil uji kuat lentur rata-rata pada kayu glugu, kayu sengon dan laminasi kayu glugu-sengon seperti pada tabel 3 berikut :

Tabel 3. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Benda Uji	Alat Penghubung Geser	Kuat Lentur [Kg/cm ²]	Rata-Rata Kuat Lentur [Kg/cm ²]
BG1	Utuh	376.291	363.481
BG2		351.530	
BG3		362.620	
BS1	Utuh	229.924	251.095
BS2		267.891	
BS3		255.469	
BPL1	Perekat (Lem)	357.303	344.760
BPL2		277.212	
BPL3		399.766	
BPP1	Paku	186.075	178.369
BPP2		171.584	
BPP3		177.448	
BPB1	Baut	194.712	200.807
BPB2		263.404	
BPB3		144.306	

Pada tabel diatas menunjukkan bahwa kuat lentur terbesar pada benda uji balok kayu glugu utuh, sedangkan terendah pada balok laminasi alat sambung geser paku.

Hasil uji kuat lentur kayu glugu dan kayu sengon seperti pada gambar dibawah ini

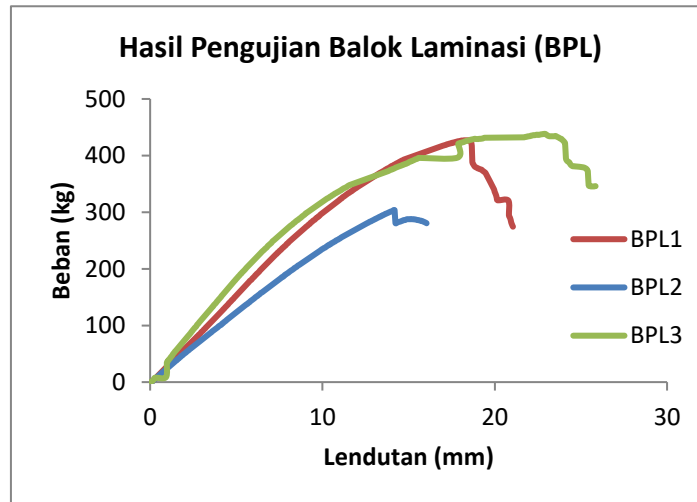


Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Lentur Kayu Glugu dan Kayu Sengon

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat lentur kayu glugu adalah 363,481 kg/cm² termasuk ke dalam kelas kuat IV (360-500 kg/cm). Sedangkan nilai tertinggi kuat lentur kayu glugu adalah 376,291kg/cm² pada benda uji 1dan nilai terendah kuat lentur kayu glugu adalah

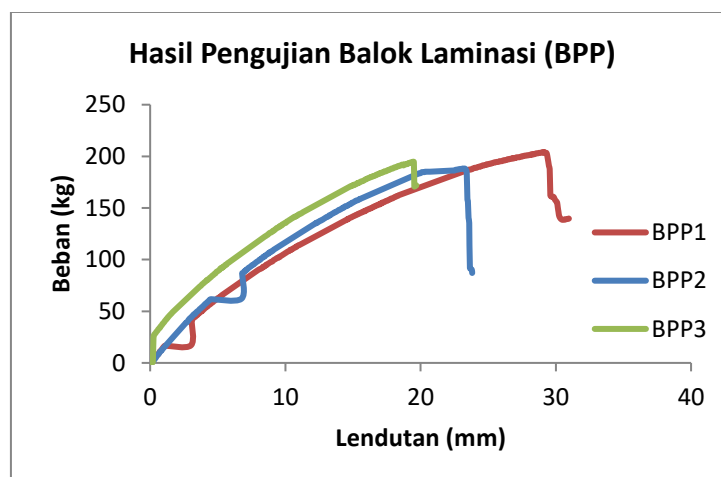
351,530kg/cm² pada benda uji 2. Nilai rata-rata kuat lentur kayu sengon adalah 251,095 kg/cm² termasuk ke dalam kelas kuat V (≤ 360 kg/cm²). Sedangkan nilai tertinggi kuat lentur kayu sengon adalah 267,891 kg/cm² pada benda uji 2 dan nilai terendah kuat lentur kayu sengon adalah 229,924kg/cm² pada benda uji 1.

Berikut ini hasil pengujian balok kayu laminasi dengan perekat lem, paku dan baut. Pada Gambar 6 menunjukkan nilai rata-rata kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser lem (BPL) adalah 344,760 kg/cm². Sedangkan nilai tertinggi kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser lem (BPL) adalah 399,766 kg/cm² pada benda uji 3 dan nilai terendah kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser lem (BPL) adalah 277,212kg/cm² pada benda uji 2.



Gambar 6. Hasil pengujian balok laminasi (BPL)

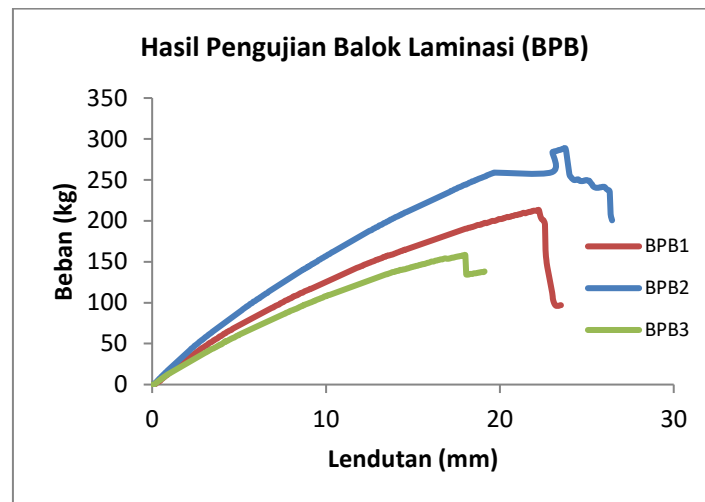
Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser paku (BPP) adalah 178,369 kg/cm². Sedangkan nilai tertinggi kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser paku (BPP) adalah 186,075 kg/cm² pada benda uji 1 dan nilai terendah kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser paku (BPP) adalah 171,584kg/cm² pada benda uji 2.



Gambar 7. Hasil pengujian balok laminasi (BPP)

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai rata-rata kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser baut (BPB) adalah 200,807 kg/cm². Sedangkan nilai tertinggi kuat lentur balok kayu glugu dan sengon dengan penghubung geser baut (BPB) adalah 263,404 kg/cm² pada

benda uji 2 dan nilai terendah kuat lentur balok kayu glugu dan sengan dengan penghubung geser baut (BPB) adalah 144,306kg/cm² pada benda uji 3.



Gambar 8. Hasil pengujian balok laminasi (BPB)

Kuat lentur balok laminasi dengan penghubung geser perekat lebih besar dari pada balok laminasi dengan penghubung geser paku atau sekrup. Penggunaan perekat sebagai penyambung antar lamina akan mempengaruhi kekakuan balok. Perekat digunakan pada bagian-bagian kayu dan tidak pada titik-titik seperti pada paku atau sekrup sehingga efisiensi sambungan dengan perekat mencapai 100% dan menyebabkan kekakuannya lebih tinggi dibandingkan paku atau sekrup (Yap 1999).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan sebagai berikut : Rata-rata kuat lentur kayu glugu dan kayu sengan berturut-turut adalah 363,481 kg/cm² dan 251,095 kg/cm². Rata-rata kuat lentur balok laminasi kayu glugu dan sengan dengan penghubung geser perekat (BPL) adalah 344,760 kg/cm², penghubung geser paku (BPP) = 178,369 kg/cm², penghubung geser sekrup (BPB) = 200,807 kg/cm². Hasil kuat lentur terbesar pada kayu glugu utuh dan terendah pada laminasi kayu glugu dan sengan menggunakan penghubung geser paku.

Daftar Pustaka

- Agus Priyanto, Iskandar Yasin, Dewi Sulistyorini, *The Flexural Strength Of Laminated Bamboo Composite Beam*, Jurnal Renovasi Volume 4 Nomor 2, 2019.
- Basyaruddin, Alnovia Suryaningsih, Jatmoko Awali., *Potensi Pemanfaatan Kayu Gelam Dan Kayu Sengan Dalam Dunia Konstruksi Berdasarkan Uji Kuat Lentur*, REKAYASA SIPIL / Volume 13, No.3 – 2019
- Frick, Heinz. *Ilmu Bangunan konstruksi Kayu*. Yogyakarta: Yayasan kanisius, 1980.
- Handayani, Sri. *Analisis Pengujian Struktur Balok Laminasi Kayu Sengan Dan Kayu Kelapa*. Semarang : Teknik Sipil & Perencanaan, Nomor 1 Volume 18 – Januari 46 Jurnal 2016, Hal: 39 – 46.
- Jihannanda, Pramudito. *Studi Kuat Lentur Balok Laminasi Kayu Sengan Dengan Kayu Kelapa Di Daerah Gunung Pati Semarang*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang. 2013
- Karna, S., Kurnia S. dan R. Kusumodowirjo. *Pedoman Pengujian Fisik dan Mekanik Kayu*. Bogor: Publikasi Khusus LPHH No 20., 1974
- Moody RC, Hernandez R, Liu JY. Glued Structural members. Di dalam : *Wood Handbook, Wood as an Engineering Material*. Madison, WI:USDA, Forest Product Service, Forest Product Laboratory. Hlm 19.1-19.14

- P3HH. *Petunjuk Praktis Sifat-Sifat Dasar Jenis Kayu Indonesia A Handbook Of Selected Indonesia Wood Species*. Jakarta: Indonesia Sawmill Dan Woodworking As Seciation (ISWA). 2008.
- PKKI NI-5. *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1961
- Pranata YA, Bambang S, & Johannes AT. *Rasio modulus penampang elastik balok kayu laminasi-baut*. Jurnal Teknik Sipil 19(3):223-236. 2012
- Putri, R. P. 2015. *Pengujian Lentur Balok Laminasi-Mekanik Kayu Mahoni (Swietenia Macrophylla King)*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2015
- SNI. *Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu Di Laboraturium*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1995
- Yoresta, F. S. *Modulus Elastisitas Dan Kekuatan Lentur Balok Kayu Laminasi*. Bogor: Jurnal Rekayasa Sipil. Volume 11 No. 1, Februari 2015.